

Disques SSD et RAID

Exercice 1. Questions de cours Les questions de cours sont à destinées à vous permettre de vérifier votre compréhension du cours. Elles sont à travailler à l'avance et ne seront pas traitées en TD ou TP.

1. Pourquoi les systèmes RAID 0 et 1 sont très peu utilisés en pratique ?

Correction:

2. Pourquoi les système de type RAID 2, 3 et dans une moindre mesure 4 sont-ils considérés comme obsolètes ?

Correction:

3. Dans un système de type RAID5, pourquoi les données de parité sont-elles réparties sur les différents disques ?

Correction:

Exercice 2. Systèmes RAID Soit les données hexadécimales suivantes à écrire sur un agrégat par bandes avec parité constitué de 6 disques :

FF 16 27 39 A2 - 17 47 12 BD E3 - 89 C4 38 62 8C

On suppose que les bandes sont constituées d'un seul octet par disque, que la première bande utilise le sixième disque pour stocker la parité. La deuxième bande verra sa parité sur le cinquième, la troisième sur le quatrième, etc.

1. Quelle est la capacité totale de ce sous-système RAID5 sachant que chaque disque comporte 60Go d'espace disponible ?

Correction: La capacité totale du système RAID5 est $5 \times 60\text{Go}$, soit 300Go. L'un des disque est globalement utilisé pour stocker la parité

2. Déterminer sur quel disque sera écrit le premier bloc de chaque bande ?

Correction: Les blocs sont écrits dans l'ordre, donc sur le premier disque, sauf pour la bande 5 donc le premier bloc serait écrit sur le disque 1, le disque 0 étant utilisé pour la parité. Mais nous n'avons que 3 bandes ici.

3. Calculer la parité associée à chaque bande et compléter le tableau suivant :

	Disque 0	Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4	Disque 5
Bande 0						
Bande 1						
Bande 2						

Correction: Les trois bandes qui seront écrites sur les 6 disques sont :

	Disque 0	Disque 1	Disque 2	Disque 3	Disque 4	Disque 5
Bande 0	FF	16	27	39	A2	P0
Bande 1	17	47	12	BD	P1	E3
Bande 2	89	C4	38	P2	62	8C

$$P0 = FF \oplus 16 \oplus 27 \oplus 39 \oplus A2 = 55$$

$$P1 = 17 \oplus 47 \oplus 12 \oplus BD \oplus E3 = 1C$$

$$P2 = 89 \oplus C4 \oplus 38 \oplus 62 \oplus 8C = 9B$$

4. Supposons que le disque 1 est tombé en panne. Comment faire pour recalculer les trois parties de bandes effacées de ce disque.


Correction: En cas de défaillance d'un disque, les données qui s'y trouvaient pourront être reconstituées par l'opération XOR. En effet, l'opération XOR a la propriété suivante : si on considère blocs de taille identique a_1, a_2, \dots, a_n et si $a_1 \oplus a_2 \dots \oplus a_n = p_1$ alors $p_1 \oplus a_1 \oplus a_2 \dots \oplus a_{n-1} = a_n$.

Donc :

$$\text{bande 0 perdue} = FF \oplus 27 \oplus 39 \oplus A2 \oplus 55 = 16$$

$$\text{bande 1 perdue} = 17 \oplus 12 \oplus BD \oplus 1C \oplus E3 = 47$$

$$\text{bande 2 perdue} = 89 \oplus 38 \oplus 9B \oplus 62 \oplus 8C = C4$$

 **Exercice 3. Code de Hamming (7,4)** Le code de Hamming (7,4) est un code correcteur d'erreur. Il repose sur l'utilisation de 3 bits de parités (C_0, C_1, C_2) pour 4 bits de données (D_0, D_1, D_2, D_3) (d'où son nom). Les bits sont placés de la manière suivante dans le mot de 7 bits enregistré sur le disque :

$$D_3, D_2, D_1, C_2, D_0, C_1, C_0$$

Les valeurs de C_0, C_1 et C_2 sont calculées de la manière suivante :

- C_0 code la parité de $D_0 \oplus D_1 \oplus D_3$
- C_1 code la parité de $D_0 \oplus D_2 \oplus D_3$
- C_2 code la parité de $D_1 \oplus D_2 \oplus D_3$

On vérifie un mot enregistré en calculant C'_0, C'_1 et C'_2 de manière similaire :

- C'_0 est la parité de $C_0 \oplus D_0 \oplus D_1 \oplus D_3$
- C'_1 est la parité de $C_1 \oplus D_0 \oplus D_2 \oplus D_3$
- C'_2 est la parité de $C_2 \oplus D_1 \oplus D_2 \oplus D_3$

S'il n'y a pas d'erreur, ces trois bits doivent prendre la valeur 0. Sinon, leur valeur donne la position du bit faux.

1. On souhaite stocker le mot 1010 (D_0 est le bit de fin). Donnez le mot de Hamming créé.
Correction: 1010010 d'après la définition ci-dessus. Par exemple, pour C_0 (le dernier bit), on a $D_0 \oplus D_1 \oplus D_3 = 0 \oplus 1 \oplus 1$ qui est pair.
2. Vérifier le code de Hamming sur le mot suivant : 1010110. S'il y a erreur, déterminez le bit erroné.
Correction: C'est le bit 3 (c'est logique puisque je suis parti du mot de la question 1). En fait, on calcule $C'_0 = (0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1) \bmod 2 = 1$, $C'_1 = (1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1) \bmod 2 = 1$ et $C'_2 = (0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1) \bmod 2 = 0$. Le code correcteur indique donc que le bit 011 (donc le bit 3, donc D_0) est faux.
3. Vérifier le code de Hamming sur le mot suivant : 1010000. S'il y a erreur, déterminez le bit erroné.
Correction: C'est le bit 2 (même principe : c'est un bit de correction mais ça ne change rien).